

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 87401893.0

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **G 01 L 23/22**

(22) Date de dépôt: 17.08.87

(30) Priorité: 27.08.86 FR 8612119

(43) Date de publication de la demande:  
16.03.88 Bulletin 88/11

(84) Etats contractants désignés: BE DE ES GB IT

(71) Demandeur: **RENAULT SPORT**  
1/15, Avenue du Président Kennedy  
F-91170 Viry-Chatillon (FR)

(72) Inventeur: **Kermorvant, Alex**  
Les Carreaux  
F-91590 Cerny (FR)

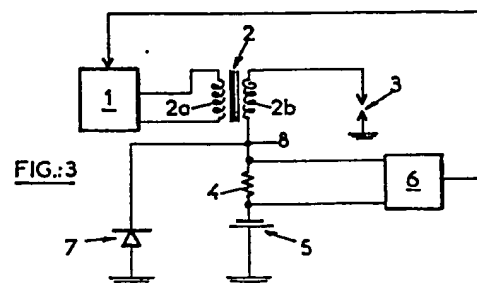
(74) Mandataire: **Réal, Jacques**  
8 & 10, avenue Emile Zola  
F-92109 Boulogne-Billancourt (FR)

(54) **Dispositif de détection d'anomalie de combustion dans un cylindre de moteur à combustion interne à allumage commandé.**

(57) Ce dispositif comprend au moins une bougie d'allumage (3) comportant au moins deux électrodes disposées dans ledit cylindre, un circuit d'allumage (1, 2) comportant au moins une bobine (2) dont le secondaire (2b) est connecté en série avec les électrodes de la bougie, une source de basse-tension continue (5) pour polariser les électrodes de la bougie (3), un circuit (4-6) de détection du courant d'ionisation engendré dans le cylindre lors des phases de combustion, et des moyens (7) pour découpler du circuit de détection (4-6) la haute tension appliquée par le secondaire de la bobine à la bougie.

La bobine présente un secondaire (2b) à faible impédance et bande passante importante connecté en série entre lesdites électrodes et ledit circuit de détection (4, 5), et les moyens de découplage comprennent une diode anti-retour basse-tension (7) connectée en parallèle avec ledit circuit de détection (4, 5).

Application à la détection de cliquetis.



## Description

Dispositif de détection d'anomalie de combustion dans un cylindre de moteur à combustion interne à allumage commandé.

La présente invention concerne un dispositif de détection d'anomalie de combustion dans un cylindre de moteur à combustion interne à allumage commandé.

Il est connu qu'une tension continue appliquée aux électrodes d'une bougie, lorsque le milieu interélectrode est fortement ionisé par la combustion, produit un courant dit courant d'ionisation.

Ce processus met en oeuvre des phénomènes extrêmement complexes sur lesquels les théories demeurent assez vagues. En simplifiant, on peut cependant admettre que les électrons libérés par les phénomènes chimiques sont accélérés dans le champ électrostatique plus rapidement que les radicaux libres positifs de masse bien plus importante. Il se produit donc un courant dû au déséquilibre électrique : l'électrode négative tend à neutraliser les radicaux positifs par émission électronique, l'électrode positive reçoit les électrons libres accélérés dans le champ électrique.

La figure 1 des dessins annexés montre l'évolution du signal d'ionisation  $i_i$  en fonction du temps considéré entre l'instant d'allumage  $t_0$  et l'instant  $t_4$  de fin de la combustion. Ce signal d'ionisation peut être séparé en quatre zones :

- Une zone A où il n'apparaît aucun signal d'ionisation, la partie des gaz en combustion s'éloignant de la bougie à une vitesse supérieure à celle du front de flamme (l'allumage étant considéré comme ponctuel dans le temps) ;
- une zone B de montée du courant d'ionisation lorsque la bougie est atteinte par le front de flamme ;
- une zone C correspondant à un palier très tourmenté dû aux réactions chimiques violentes au niveau de la bougie ; et
- une zone D épousant assez fidèlement la forme de la courbe de pression dans la chambre. La forme du signal d'ionisation dans cette zone est la combinaison de l'augmentation de la densité électronique par augmentation de la pression et de la recombinaison des radicaux libres (+ et -) et des électrons.

La figure 2 montre que l'observation du signal d'ionisation permet de détecter des anomalies de combustion dans un cylindre de moteur à combustion interne.

C'est ainsi qu'un préallumage localisé près de la bougie fera apparaître un signal d'ionisation avant le point d'allumage, tandis qu'un préallumage éloigné de la bougie rendra la bosse de tension d'ionisation dans la zone 4 plus proche dans le temps du signal d'allumage engendré à l'instant  $t_0$ .

Par ailleurs, le phénomène de cliquetis caractéristique d'une perturbation de l'évolution de la pression dans la chambre pendant la combustion se traduira par une perturbation en forme de dents de scie du signal d'ionisation, dans sa partie décroissante CL consécutive à la bosse de tension dans la zone D.

Le brevet US N° 4.491.110 décrit un dispositif qui exploite cette corrélation entre l'évolution de la pression dans la chambre de combustion et le signal

d'ionisation. Ce dispositif est du type comprenant une bougie d'allumage comportant au moins deux électrodes, un circuit d'allumage comportant une bobine dont le secondaire est connecté en série avec les électrodes de la bougie, une source de basse tension continue pour polariser les électrodes de la bougie, un circuit de détection du courant d'ionisation engendré dans le cylindre lors de la phase de combustion, et des moyens pour découpler du circuit de détection la haute tension appliquée par le secondaire de la bobine à la bougie.

Toutefois, dans ce dispositif, le circuit de détection est connecté, en parallèle avec le secondaire de la bobine, directement à l'une des électrodes de la bougie, en l'occurrence l'électrode centrale. Ceci nécessite de recourir à une diode très haute pression (THT) connectée entre cette électrode et le circuit de détection pour éviter que la très haute tension générée par le secondaire de la bobine au moment de l'allumage ne soit appliquée au circuit de détection. Or, ces diodes THT sont onéreuses et ont l'inconvénient de présenter un encombrement important et une fiabilité douteuse tout en étant d'une utilisation délicate en raison des tensions manipulées élevées, de leur sensibilité à l'humidité et de la présence de phénomènes d'effluage. En outre, la configuration du montage décrit au brevet américain précité nécessite d'utiliser une diode THT par bougie, ce qui grève d'autant le coût du dispositif et multiplie les sources de mauvais fonctionnement.

L'invention vise à éliminer les inconvénients précités au moyen d'un dispositif de détection d'anomalie de combustion dans un cylindre de moteur à combustion interne à allumage commandé dont le circuit de détection du courant d'ionisation est découplé de la très haute tension engendrée par le secondaire de la bobine sans faire appel à une diode THT.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif du type précité caractérisé en ce que ladite bobine présente un secondaire à faible impédance et bande passante importante connecté en série entre lesdites électrodes et ledit circuit de détection et en ce que lesdits moyens de découplage comprennent une diode anti-retour basse-tension connectée en parallèle avec ledit circuit de détection.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre de modes de sa réalisation donnés à titre d'exemple et illustrés par les dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est un graphique montrant en fonction du temps l'évolution du signal d'ionisation lors d'une phase normale d'allumage et de combustion du mélange dans un cylindre de moteur ;

La figure 2 est un graphique analogue à la figure 1 montrant l'évolution du signal d'ionisation en présence d'un phénomène de préallumage et d'un phénomène de cliquetis, PA et CL respectivement ;

- La figure 3 est un schéma électrique du dispositif de détection associé à une bougie unique ;

- La figure 4 est un schéma électrique du dispositif de détection associé à plusieurs bougies alimentées par distribution statique.

En se reportant à la figure 3, le bloc 1 désigne l'ensemble des circuits électroniques qui, en fonction des paramètres de fonctionnement du moteur, commandent la conduction du primaire 2a de la bobine 2 et l'instant d'allumage. Ces circuits électroniques qui peuvent comprendre, par exemple, des circuits analogiques d'acquisition de paramètres, un calculateur électronique et un circuit de puissance pour l'alimentation du primaire 2a, sont bien connus des spécialistes de la technique et ne seront donc pas décrits en détail.

Le secondaire 2b de la bobine est du type à faible impédance (par exemple 680 $\Omega$ ) et bande passante importante (de l'ordre de 40 000 Hz). Ce secondaire 2b est connecté en série entre les électrodes d'une bougie 3 et un circuit de détection comprenant le montage en série d'une résistance 4 et d'une source de basse-tension continue 5 connectée entre la résistance 4 et la masse. La résistance 4 présente une valeur de 20 kilos  $\Omega$  tandis que la source 5 développe à ses bornes une tension continue de l'ordre de 2 à 300 volts. Le circuit de détection est complété par une chaîne de traitement 6 qui mesure la tension développée aux bornes de la résistance 4, effectue un certain nombre de traitements sur le signal ainsi recueilli pour déterminer, par exemple si l'on est ou non en présence d'un phénomène de cliquetis et délivre l'information correspondante au bloc 1 qui, en cas de détection de cliquetis, corrige l'angle d'avance à l'allumage dans le sens de sa diminution. En variante, l'information issue de la chaîne 6 peut être appliquée à un calculateur d'injection ou à un calculateur de gestion du circuit de suralimentation d'un moteur si ce dernier est équipé d'un ou plusieurs turbocompresseur(s). Bien entendu, ces différentes fonctions d'allumage d'injection et de gestion du circuit de suralimentation peuvent être assurées par le même calculateur. Il n'y a pas lieu ici de rentrer dans le détail de la description et du fonctionnement de la chaîne de traitement 6 car ce genre de circuit fait déjà l'objet de fabrications en grande série bien connues de l'homme de l'art.

Le dispositif de la figure 3 est complété par une diode anti-retour basse-tension 7 connectée en parallèle avec le montage en série de la résistance 4 avec la source de basse-tension 5. L'anode de la diode 7 est connectée comme le pôle positif de la source 5 à la masse, tandis que sa cathode est connectée au point commun de la résistance 4 et du secondaire 2b de la bobine d'allumage 2 (8).

En fonctionnement, la source 5 applique en permanence une polarisation positive au point 8. Lorsque le courant est interrompu dans le primaire 2a de la bobine pour provoquer l'éclatement d'une étincelle entre les électrodes de la bougie 3, une très haute tension de l'ordre de 20 kv se développe aux bornes du secondaire 2b, avec inversion de polarité. Pendant cette phase, le circuit de détection 4, 5 et 6

est découplé de la haute tension par la diode anti-retour 7. Du fait que le secondaire 2b de la bobine a une très faible impédance, il se comporte comme un générateur de tension et le courant qui y circule est fixé par la valeur de la résistance 4 et par les phénomènes d'ionisation qui se développent dans le mélange gazeux entourant les électrodes de la bougie 3. Ce courant d'ionisation traversant la résistance 4 développe à ses bornes une tension  $e_i$  représentative de la pression dans le cylindre. Cette tension est détectée par la chaîne 6 qui effectue les traitements nécessaires et délivre l'information voulue au circuit 1. Si la chaîne 6 est destinée à assurer une détection de cliquetis, elle assure des opérations classiques de filtrage, d'intégration et de comparaison à un ou plusieurs seuil(s) afin de déterminer si la tension  $e_i$  détectée est représentative ou non d'un phénomène de cliquetis.

On a représenté à la figure 4 le circuit de détection 4-6 associé à un système d'allumage à distribution statique pour moteur à plusieurs cylindres. Ce système comprend comme connu en soi des bobines d'allumage 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 associées aux bougies 3.1, 3.2, 3.3 et 3.4 respectivement. La commande séquentielle du primaire de chacune des bobines est assurée depuis le bloc 1 par des circuits électroniques, par exemple à thyristor, bien connus des spécialistes de la technique. Ici encore, une seule diode 7 et un seul circuit de détection 4-6 connectés aux secondaires des différentes bobines suffit à assurer le découplage entre la haute tension développée successivement aux bornes des différentes bobines et le circuit de détection 4-6. Avec un système d'allumage de ce type, le dispositif du brevet US précité nécessiterait également autant de diodes haute-tension que de bougies.

Il va de soi que les modes de réalisation décrits ne sont que des exemples et l'on pourrait les modifier, notamment par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

## Revendications

1. Dispositif de détection d'anomalie de combustion dans au moins un cylindre de moteur à combustion interne à allumage commandé, comprenant :

- au moins une bougie d'allumage (3) comportant au moins deux électrodes disposées dans ledit cylindre,
- un circuit d'allumage (1, 2) comportant au moins une bobine (2) dont le secondaire (2b) est connecté en série avec les électrodes de la bougie,
- une source de basse-tension continue (5) pour polariser les électrodes de la bougie (3),
- un circuit (4-6) de détection du courant d'ionisation engendré dans le cylindre lors des phases de combustion, et
- des moyens (7) pour découpler du circuit de détection (4-6) la haute tension appliquée par le secondaire de la bobine à la bougie, caractérisé en ce que : ladite bobine présente un

secondaire (2b) à faible impédance et bande passante importante connecté en série entre lesdites électrodes et ledit circuit de détection (4, 5) et en ce que les moyens de découplage comprennent une diode anti-retour basse-tension (7) connectée en parallèle avec ledit circuit de détection (4, 5).

5

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de détection comprend le montage en série d'une résistance de mesure (4) avec la source de basse-tension continue (5).

10

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la résistance de mesure (4) est connectée entre le secondaire (2b) de la bobine (2) et la source de basse-tension (5) et en ce que la diode anti-retour (7) est connectée entre la masse et le point commun (8) de la résistance de mesure (4) et du secondaire (2b) de la bobine.

15

20

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la résistance de mesure (4) est connectée entre le pôle positif de la source de basse-tension (5) et le secondaire de la bobine (2b) et en ce que la cathode de la diode (7) est connectée audit point commun (8).

25

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit circuit de détection (4-6) et la diode anti-retour (7) sont connectés aux secondaires d'une pluralité de bobines (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) associées chacune à au moins une bougie (3.1, 3.2, 3.3, 3.4).

30

6. Application du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, à la détection de cliquetis, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (6) de traitement du signal d'ionisation (ei) engendré aux bornes de la résistance de mesure (4) et produisant une information représentative d'un phénomène de cliquetis.

35

40

45

50

55

60

65

4

0260177

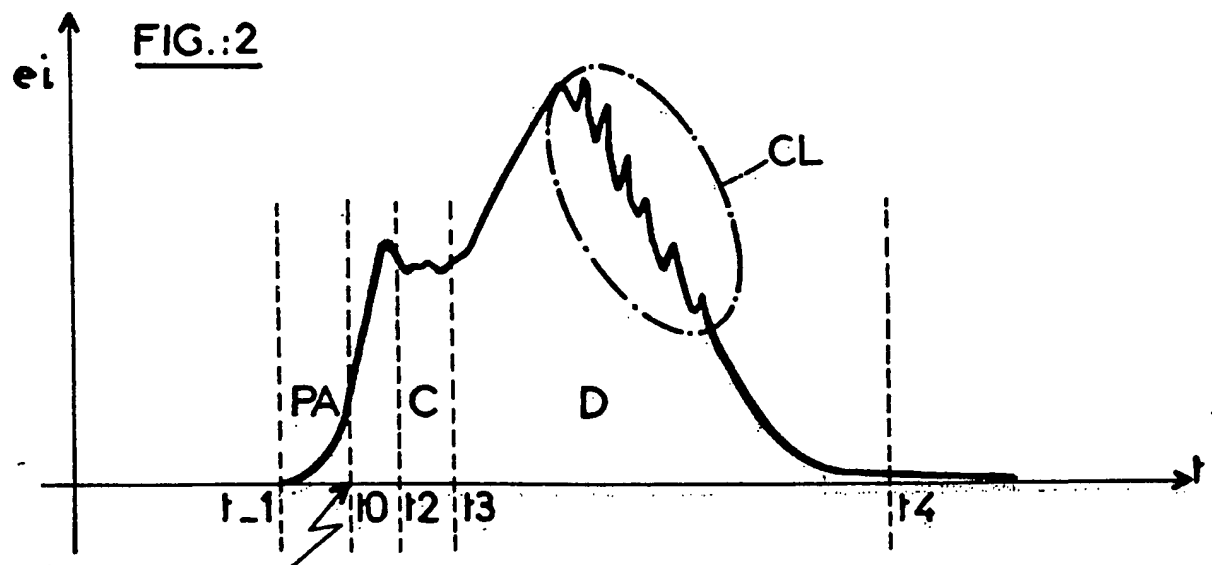
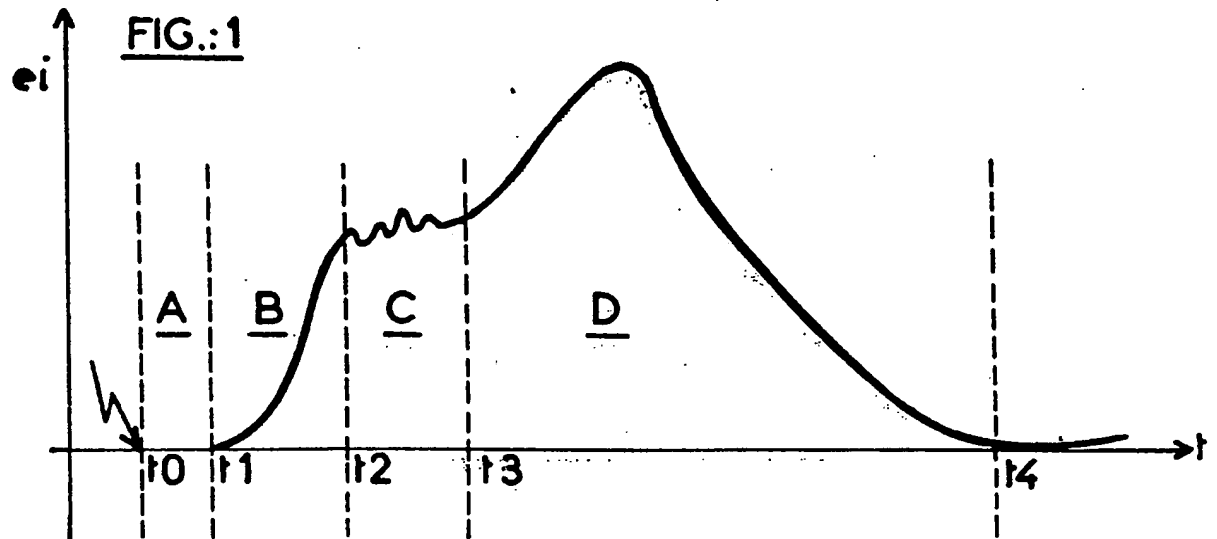


FIG.:3

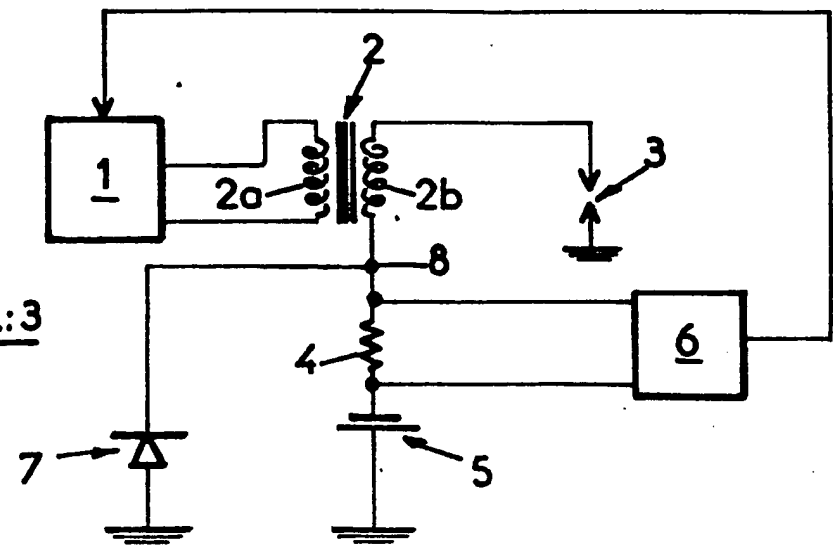
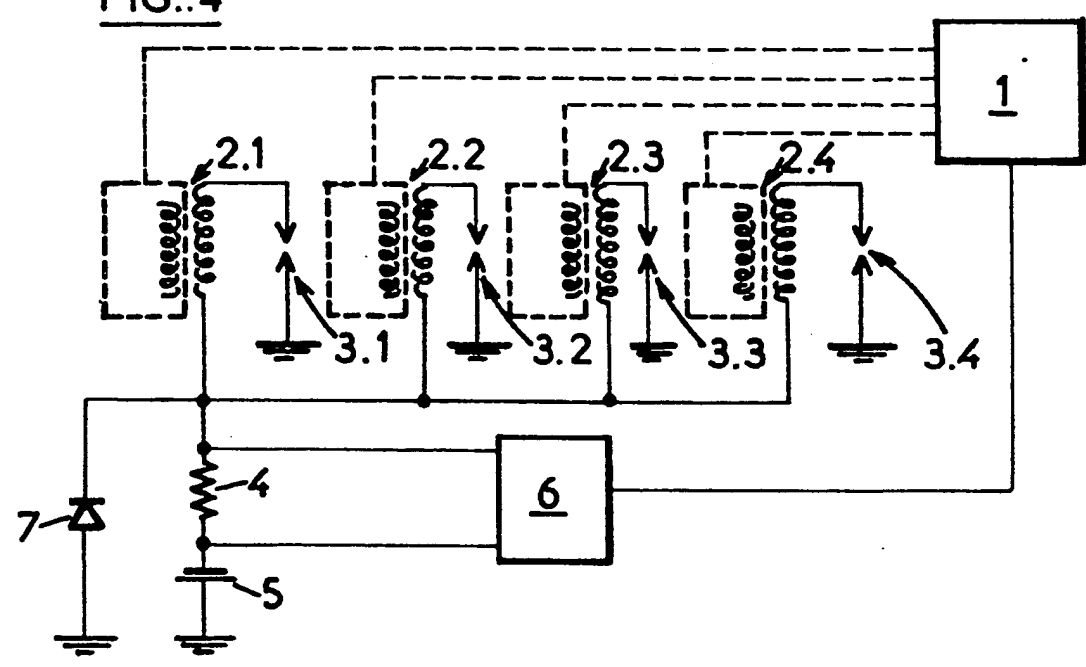


FIG.:4





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 87 40 1893

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes   | Revendication concernée  | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)       |
| A   | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 10, no. 220 (P-482) [2276], 31 juillet 1986; & JP-A-61 57 830 (NEC HOME ELECTRONICS LTD) 24-03-1986<br>* En entier *<br>----- | 1  | G 01 L 23/22                               |
|   |   |  | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) |
|   |   |  | G 01 L 23                                  |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications  |   |  |  |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE   |   | Date d'achèvement de la recherche<br>07-12-1987  | Examineur<br>VAN ASSCHE P.O.               |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>  |   |  |  |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>-----<br>& : membre de la même famille, document correspondant |  |